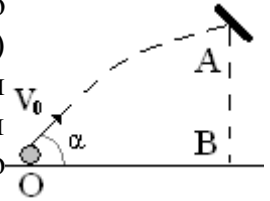


## Решение вступительной работы по ФИЗИКЕ в 10 класс ФТШ. 2011 год.

### 1. Мячик

А) При упругом отскоке от пола в точке В скорость просто поменяет направление и повторит (в обратном порядке) траекторию  $O \rightarrow A \rightarrow B$  (т. е.  $B \rightarrow A \rightarrow O$ ), т. к. при упругом отскоке в точке А скорость тоже сохранится. Далее от точки О мячик полетит влево под углом  $\alpha$  (если отскок упругий, то угол падения равен углу отражения) по параболе;



В) Так как отскоки упругие, то энергия сохраняется. Так как  $h_o = h_B = 0 \rightarrow E_{\text{пот}(o)} = E_{\text{пот}(B)} = 0 \rightarrow E_{\text{кин}(o)} = E_{\text{кин}(B)} = 0,5 * m * (V_o)^2 = 0,5 * m * (V_B)^2 \rightarrow V_B = V_o$ . Найдем  $V_o$ : например, так как  $V_{x(o)} = \text{const} \rightarrow 0,5 * m * (V_{y(o)})^2 = mgH$  (в точке А)  $\leftrightarrow 0,5 * m * (V_o)^2 * \sin^2(\alpha) = mgH \rightarrow V_o = \sqrt{2gH} / \sin(\alpha)$ , а так как угол равен  $45^\circ \rightarrow V_o = 2 * \sqrt{gH}$

Примечание: можно было решать задачу и чисто кинематически, используя законы движения по параболе ОА:  $H = (V_o)^2 * \sin^2(\alpha) / 2g$  и равноускоренно на участке АВ:  $H = ((V_o)^2 - (V_B)^2) / 2g \rightarrow (V_B)^2 = (V_o)^2 + 2gH = (V_{x(o)})^2 + 2gH = (V_o)^2 * \cos^2(\alpha) + 2gH$ , и далее подставляя  $V_o$ .

### 2. Ядра

Наибольшее тепловыделение будет при абсолютно неупругом ударе: закон сохранения энергии  $- 0,5 * m * (V_o)^2 = 0,5 * (2m) * (V_1)^2 + Q$  и закон сохранения импульса  $- m * V_o = (2m) * V_1$ , откуда получаем, что  $Q = 0,25 * m * (V_o)^2$  (1). Оба ядра расплавились, а значит, если они получили все тепло при столкновении, то  $Q = 2m * C_{\text{св}} * (T_{\text{пл}} - T_{\text{нач}}) + 2m\lambda_{\text{св}}$  (2), а приравнивая уравнения 1 и 2, получаем, что  $0,25 * m * (V_o)^2 = 2mC * \Delta T + 2m\lambda \rightarrow V_o = \sqrt{8c * (T_{\text{пл}} - T_{\text{нач}}) + 8\lambda}$ .  $V_o \approx \sqrt{8 * 140 * 300 + 8 * 2,5 * 10^4} \approx 732,12$  м/с.

Ответ: если  $V_o \geq 732,12$  м/с, то такое, в принципе, возможно.

### 3. Электрочайник

Пусть  $W$  – мощность чайника,  $\eta$  – его КПД,  $R$  – сопротивление. Тогда:

$$W_1 = (U_1)^2 / R_1, W_2 = (U_2)^2 / R_2 \rightarrow W_1 / W_2 = (U_1)^2 / (U_2)^2 = (2,2)^2$$

$$\eta * W_1 * t_1 = c * m_1 * \Delta T, \text{ а } \eta * W_2 * t_2 = c * m_2 * \Delta T \rightarrow (W_1 * t_1) / (W_2 * t_2) = m_1 / m_2, \text{ откуда } t_2 = t_1 * W_1 / W_2 * m_2 / m_1 = t_1 * (2,2)^2 * 1/2,2 = 2,2 * t_1 = \mathbf{220 \text{ сек.}}$$

Примечание: возможно и более подробное решение – например, такое:  $\eta * W_1 * t_1 = \eta * (U_1)^2 / R * t_1 = c * m_1 * \Delta T \rightarrow R = (\eta * (U_1)^2 * t_1) / (c * m_1 * \Delta T) \rightarrow R \approx 5 \Omega$ , это значение подставляем в формулу  $\eta * (U_2)^2 / R * t_2 = c * m_2 * \Delta T$ , откуда находим  $t_2$ .

### 4. Лампочки

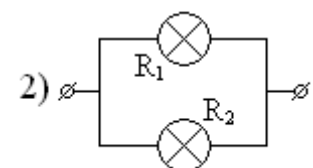
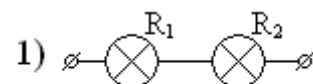
Пусть сопротивления лампочек  $R_1$  и  $R_2$ , напряжение в сети (которое одинаково) равно  $U$ . Тогда:

1)  $I_1 = I_2 = I$ , а  $I * (R_1 + R_2) = U \rightarrow I = U / (R_1 + R_2)$ . Тогда мощность первой лампочки:

$$W_1 = I^2 * R_1 = (U^2 * R_1) / (R_1 + R_2)^2 \text{ (уравнение 1)}$$

2)  $U_1 = U_2 = U$ , а тогда мощность:  $W_2 = U^2 / R_2$  (уравнение 2)

Решая систему из уравнений 1 и 2, получаем, что:  $(R_1 + R_2)^2 / (R_1)^2 = W_2 / W_1 \rightarrow R_2 = (\sqrt{W_2 / W_1}) * R_1$ .



- 1)  $W_2 = I^2 R_2 = (U^2 R_2) / (R_1 + R_2)^2 = (R_2 / R_1) * W_1 = (\sqrt{W_2 / W_1}) * W_1 = 5/3 * W_1 = 37,5 \text{ Вт}$   
 2)  $W_2 = U_2 / R_2 = (R_1 / R_2) * W_1 = 0,6 W_1 = 96 \text{ Вт}$

### 5. Воздушный шар

Подъемная сила шара с гелием:  $F = F_A - F_{\text{тяж. гелия}} = \rho_V * Vg - \rho_\Gamma * Vg = (\rho_V - \rho_\Gamma) * Vg$ . Так как подъем и спуск равномерен, то  $a = 0 \rightarrow$  и подъем, и спуск осуществляются с одинаковой скоростью, откуда  $F_{\text{сопр(подъем)}} = F_{\text{сопр(спуск)}} = F_C$  (ведь шары одинаковы, а размерами бутылки сказано пренебречь). В итоге имеем:

подъем:  $F - F_C - m_1 * g = 0;$

спуск:  $F + F_C - m_2 * g = 0;$

Складывая эти уравнения, получим, что  $2F - m_1 * g - m_2 * g = 0 \rightarrow F = 0,5 * (m_1 + m_2) * g$  (то есть шар зависает неподвижно при нагрузке  $0,5 * (m_1 + m_2) = 500\text{г}$ )  $\rightarrow (\rho_V - \rho_\Gamma) * Vg = 0,5 * (m_1 + m_2) * g \rightarrow V = 0,5 * (m_1 + m_2) / (\rho_V - \rho_\Gamma) = 0,5 / (1,2 - 0,2) = 0,5 \text{ м}^3$ .

**P.S.** “sqrt(a)” ↔ квадратный корень из числа “a”